Ein neues, einen blauen Farbstoff erzeugendes Chromogen bei Galanthus nivalis und einigen anderen Spezies desselben Genus

von

TINE TAMMES.

Aus dem Botanischen Laboratorium der Universität Groningen.

Einleitung.

In vorliegender Mitteilung will ich einige Beobachtungen beschreiben, welche ich zumal an *Galanthus nivalis* gemacht habe. Die hier beschriebenen Tatsachen beanspruchen ein gewisses Interesse in Verbindung mit dem Problem der Chromogene, das heutzutage in der Physiologie immer mehr in den Vordergrund tritt. Meine wissenschaftliche Arbeit liegt aber jetzt auf anderem Gebiete, sodass es mir voraussichtlich in nächster Zukunft unmöglich sein wird die betreffenden Untersuchungen fortzusetzen. Dennoch will ich das bisher Gefundene mitteilen, weil es sich bei der vorläufigen Untersuchung gezeigt hat, dass die hier in Betracht kommenden Substanzen eine labile Zusammensetzung besitzen, welche nur bei grösster Sorgfalt die erwünschten Resultate ermöglicht. Ich meine also, dass die hier zu gebenden Andeutungen eine Grundlage für die weitere Untersuchung in chemischer und physiologischer Richtung bilden können.

Es ist eine allgemein bekannte Erscheinung, dass die farblose oder hellgelbe Flüssigkeit, welche man durch das Extrahieren von Pflanzenteilen in Wasser erhält, sich oft nach Verlauf einiger Zeit intensiv färbt. Für einige Fälle ist diese Erscheinung in dem Sinne klar gelegt, dass der Saft eine komplizierte Verbindung enthält, welche bei Zersetzung ein Chromogen liefert, das sich unter Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft färbt. Meistens ist der durch Oxydation entstandene Farbstoff gelb oder braun bis schwarz. Dagegen ist die Bildung eines blauen Farbstoffes aus einem Chromogen relativ selten. In vielen Fällen ist der gebildete blaue Farbstoff Indigo, nämlich bei [1]) einigen *Indigofera*-Arten, *Isatis tinctoria* L., *Polygonum tinctorium* L., einigen *Orchidaceae* z.B. *Phajus grandiflorus* Lour., *Calanthe veratrifolia* R. Br., *Cymbidium ensifolium* Sw., *Limodorum Incarvillei* Blume und weiter bei *Marsdenia tinctoria* R. Br., *Echites religiosa* T. et B., *Wrightia antidysenterica* R. Br., und *Crotalaria*-Arten.

Molisch hat für einige Pflanzen, welche in der Literatur auch als indigo-liefernd erwähnt werden, gezeigt, dass der hier entstehende blaue Farbstoff kein Indigo ist. Die von Molisch untersuchten Pflanzen sind: *Mercurialis perennis*, *Melampyrum arvense*, *Melampyrum cristatum*, *Polygonum Fagopyrum*, *Fraxinus excelsior*, *Coronilla Eremurus* und *Amorpha fruticosa*. Weiter wies Molisch [2]) ein neues Chromogen nach, das bei Behandlung der Pflanze mit

[1]) H. Molisch, Das Vorkommen und der Nachweis des Indicans in der Pflanze nebst Beobachtungen über ein neues Chromogen. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. 102, 1893, p. 269; Über die sogenannte Indigogährung und neue Indigopflanzen. Ebenda; Bd. 107, 1898, p. 773 und

T. Tammes, Dipsacan und Dipsacotin, ein neues Chromogen und ein neuer Farbstoff der *Dipsaceae*. Rec. d. Trav. bot. Néerl. Vol. V, 1908, p. 54.

[2]) l.c. 1893, p. 286.

verdünnter Salzsäure einen blauen Farbstoff liefert, nämlich bei: *Lathraea Squamaria*, *Rhinanthus crista galli*, *Melampyrum nemerosum*, *Melampyrum silvaticum*, *Bartsia alpina*, *Euphrasia officinalis*, *Utricularia vulgaris*, *Monotropa Hypopitys* und *Galium Mollugo*. Der bei Verwundung verschiedener Pilze auftretende blaue Farbstoff ist längst bekannt. Weiter habe ich vor einigen Jahren bei der Familie der *Dipsaceae* ein Chromogen nachgewiesen, das ich Dipsacan genannt habe und welches das blau gefärbte Dipsacotin liefert [1]). So viel mir bekannt, sind dies die einzigen Fälle, in denen es feststeht, dass ein blauer Farbstoff gebildet wird. Dennoch werden in der Literatur noch verschiedene Fälle erwähnt, welche der Nachprüfung bedürfen und so verhält es sich auch bei den von de Lasteyrie [2]) genannten Pflanzen, welche nach ihm entweder gewiss oder aller Wahrscheinlichkeit nach einen blauen Farbstoff liefern. Die Angaben de Lasteyries stützen sich auf Mitteilungen in Reisebeschreibungen und anderen Publikationen, oft ohne Quellenangabe. Ausserdem fehlen bei ihm fast immer nähere Angaben über die Eigenschaften der Farbstoffe. Es bleibt sogar möglich, dass der Farbstoff in einigen Fällen nicht von einem Chromogen herrührt, sondern von blauem Zellsaft oder dass derselbe erst nach Hinzufügung bestimmter Reagentien entsteht. Es wäre meiner Ansicht nach interessant alle von de Lasteyrie erwähnten Pflanzen in dieser Hinsicht zu prüfen.

Eine Pflanze, von der es bis jetzt nicht bekannt ist, dass sie einen blauen Farbstoff liefert und welche auch de Lasteyrie nicht nennt ist *Galanthus nivalis* L. Diese Eigenschaft der Pflanze habe ich zufällig entdeckt. Es

[1]) l.c.

[2]) G. P. de Lasteyrie, Du Pastel, de l'Indigotier et des autres végétaux, dont on peut extraire une couleur bleue, Paris, 1811.

zog meine Aufmerksamkeit, dass das Wasser, worin abgeschnittene Schneeglöckchen einige Zeit gestanden hatten, am nächsten Tage eine hell blaugraue Farbe zeigte.

Es ist bekannt, dass *Galanthus nivalis* Schleimröhren enthält, aus denen beim Durchschneiden von Blättern und Blütenstielen reichlich Schleimsaft hervorquillt. Molisch [1]) hat den Schleimsaft der Monocotylen, auch denjenigen von *Galanthus nivalis* eingehend untersucht. Ausser den eigentümlichen sogenannten Fadenkernen und zahlreichen Raphiden fand er im Schleimsaft des Schneeglöckchens Nitrate und Spuren von Chlor, weiter Eiweiss und Glykose und erhielt er die gewöhnlichen Alkaloidreaktionen. Aber daneben fand er in der Flüssigkeit, ebenso wie in dem Schleimsafte mehrerer anderen Pflanzen, noch eine Substanz, welche er Luteofilin nannte. Diese Substanz gibt mit 20 prozentiger Kalilauge eine sehr eigentümliche Reaktion, von Molisch als „Filzreaktion" bezeichnet. Wird nämlich dem Schleimsafte diese Kalilösung zugesetzt, so bildet sich eine grosse Menge feiner, mehr oder weniger spirillenartig gebogener Fädchen, welche im durchfallenden Lichte kanariengelb, im auffallenden Lichte gegen einen schwarzen Hintergrund blau gefärbt sind. Der Saft des Schneeglöckchens zeigt diese Reaktion ausserordentlich schön. Aus dem Verhalten anderen Substanzen gegenüber schliesst Molisch, dass das Luteofilin eine organische Verbindung ist, „vermuthlich eine neue, die weder zu den Kohlehydraten noch zu den Glykosiden gehört".

Goldschmiedt hat, durch Molisch dazu veranlasst, eine Quantität von 30 kg. *Galanthus nivalis* zur makrochemischen Untersuchung verarbeitet. Die Reindarstellung bot aber so grosse Schwierigkeiten, dass er es dahingestellt lassen musste, ob der schliesslich erhaltene Körper indertat

[1]) H. Molisch, Studien über den Milchsaft und Schleimsaft der Pflanzen, Fischer, Jena, 1901.

vollkommen rein war; ausserdem konnte eine Analyse der geringen Menge verfügbarer Substanz wegen nicht ausgeführt werden.

So viel mir bekannt, ist es auch später nicht gelungen das Luteofilin aus einer der dasselbe enthaltenden Pflanzen in genügender Quantität rein darzustellen und die chemische Zusammensetzung zu bestimmen.

Es liegt auf der Hand, dass ich die Möglichkeit eines Zusammenhangs zwischen dem Luteofilin und dem von mir beobachteten blauen Farbstoff erwogen habe, weil in dem Wasser, das sich blau färbt, auch das Luteofilin vorkommt. Es war also möglich, dass der blaue Farbstoff vom Luteofilin herstammte. Verschiedene Tatsachen deuten aber darauf hin, dass das Luteofilin nicht das Chromogen ist. Der blaue Farbstoff nämlich kann, wie ich unten noch besprechen werde, niedergeschlagen und durch Filtration von der Flüssigkeit getrennt werden. Das so erhaltene Filtrat gibt aber noch eine starke Filzreaktion. Man müsste also annehmen, dass stets bei der Bildung des blauen Farbstoffes ein Teil des Chromogens unverändert bliebe. Ferner kommt das Luteofilin in allen Teilen der Pflanze vor und auch sehr reichlich in der Zwiebel, weniger aber dennoch deutlich wahrnehmbar in den Wurzeln; das Chromogen hingegen fehlt in den beiden letzteren vollständig. Ausserdem gibt es mehrere Pflanzen, welche zwar Luteofilin enthalten, aber keinen blauen Farbstoff liefern. Als solche Pflanzen nenne ich hier *Narcissus Pseudonarcissus* L., *Narcissus poëticus* L., *Leucojum vernum* L., *Leucojum aestivum* L., *Convallaria majalis* L. und *Clivia nobilis* Hort., welche Molisch alle als Luteofilin-haltend angibt und bei welchen ich selbst auch eine schöne Filzreaktion beobachtete, während es mir nicht gelang aus denselben einen blauen Farbstoff darzustellen. Unten werden wir sehen, dass es sogar auch *Galanthus*-Arten gibt die sich ebenso verhalten. Zwar lässt es sich dennoch denken,

dass das Luteofilin das Chromogen ist und den blauen Farbstoff liefert, aber dass in der Zwiebel und in den Wurzeln von *Galanthus nivalis* und in den oben genannten, den blauen Farbstoff nicht liefernden Pflanzen noch eine andere Substanz vorhanden ist, welche die Bildung des Farbstoffes verhindert. Mir kommen aber die zwei genannten Annahmen so unwahrscheinlich vor, dass es besser ist vorläufig das Luteofilin nicht als das Chromogen zu betrachten.

Ich will jetzt die von mir gemachten Beobachtungen über die Bildung des blauen Farbstoffes, die Eigenschaften desselben und das Vorkommen des Chromogens beschreiben.

Die Bildung des blauen Farbstoffes.

Zuerst will ich hier die geeignetste Methode zur Erhaltung des blauen Farbstoffes mitteilen, man wird aber später sehen, dass dieselbe in mancher Hinsicht abgeändert werden kann. Dabei werde ich etwas weiter ausholen, es ist nämlich nicht gerade leicht eine schöne blaue Lösung zu erzielen, weil das Chromogen unter verschiedenen Umständen verschiedene Produkte gibt. 20 bis 30 Pflanzen werden etwas über der Zwiebel abgeschnitten und darauf werden die unteren Teile der Blätter und Blütenstiele in etwa 25 cc. destilliertes Wasser gestellt. Man lässt die Pflanzen während 2 bis 4 Stunden bei einer Temperatur von 15° C stehen. Dann werden sie aus der Flüssigkeit gehoben, letztere wird filtriert und darauf in offener Porzellanschale bis auf 25° C erwärmt. Nach Verlauf von 1 bis 2 Tagen is die Flüssigkeit prachtvoll lasurblau gefärbt.

Das hier beschriebene Verfahren ist dasjenige, welches am sichersten zu guten Resultaten führt. Übrigens will ich über dasselbe noch einiges mitteilen, woraus hervorgehen wird, dass auch bei anderen Temperaturen während anderer

Zeiträume sich dasselbe Ziel erreichen lässt. In der Praxis führen solche Abänderungen aber oft zu weniger guten Resultaten. So genügt es wenn die Pflanzen kürzer als einige Stunden in Wasser stehen; sogar nach einigen Minuten ist schon so viel Chromogen im Wasser vorhanden, dass es durch die Blaufärbung bei Erwärmung noch nachgewiesen werden kann. Es dauert dann aber länger bis die Flüssigkeit sich färbt und die Farbe ist weniger intensiv. Verbleiben die Pflanzen aber länger als einige Stunden z.B. 2 Tage bei Zimmertemperatur im Wasser, so färbt die Flüssigkeit sich beim Erwärmen nicht schön blau.

Auch ist es nicht gerade notwendig, dass das Wasser, in dem die Pflanzen stehen, genau die Temperatur von 15° C hat. Versuche in dieser Richtung zeigten, dass sogar bei 3° C noch gute Resultate erhalten wurden, aber die Blaufärbung wird dann verzögert. Ebenfalls kann die Temperatur des Wassers, worin die Pflanzen stehen, höher sein: ich habe dies bis zu 40° C untersucht. Auf diese Weise wird die Zeit, welche für die spätere Blaufärbung der Flüssigkeit nötig ist, verkürzt, aber so lange die Pflanzen noch im Wasser stehen, färbt dieses sich vielleicht durch Sauerstoffmangel nicht blau.

Auch die Bildung des blauen Farbstoffes nachdem die Pflanzen aus dem Wasser gehoben sind, kann bei anderen Temperaturen als 25° C statt finden. Bei allen Temperaturen zwischen 20° und dem Siedepunkte der Flüssigkeit wird der blaue Farbstoff gebildet und zwar um so rascher je höher die Temperatur ist. Zwischen 30° und 40° erscheint die Farbe schon innerhalb zweier Stunden und bei höheren Temperaturen immer schneller. Weil aber bei diesen Temperaturen der entstandene blaue Farbstoff sich unter Abänderung der Farbe schnell zersetzt, ist es schwer die Erwärmung zur rechten Zeit einzustellen. Bei dem Siedepunkt findet die Zersetzung sogar sogleich statt, so dass man dann die blaue Farbe nicht beobachten

kann. Bei Temperaturen unter 20° wird der blaue Farbstoff nicht gebildet, sondern werden andere Produkte erzeugt. Bei 15° färbt die Flüssigkeit sich zwar innerhalb 24 Stunden, während dies bei 20° noch nicht der Fall ist, aber der entstandene Farbstoff ist nicht lasurblau, sondern hell graublau und in dieser Flüssigkeit bildet sich bald ein feiner grauer Niederschlag. Bei noch niedrigeren Temperaturen ist die Flüssigkeit sogar nach einigen Tagen noch ungefärbt. Durch Erwärmen wird dieselbe dann zwar gefärbt, aber nicht lasurblau, sondern graublau.

Die Flüssigkeit in welcher die Pflanzen gestanden haben, ist ursprünglich blassgelb gefärbt und beim Erwärmen entsteht die blaue Farbe nicht sogleich, sondern die Farbe wird zuerst dunkler gelb, dann gelblich-rosa und darauf rosa. Diese letzte Farbe zeigt die Flüssigkeit bisweilen schon vor der Erwärmung, wenn nämlich die Pflanzen längere Zeit bei einer Temperatur etwas über 15° im Wasser standen. Die rosa gefärbte Flüssigkeit färbt sich lila und schliesslich blau. Alle diese Umwandlungen der Farbe treten um so schneller auf je höher die Temperatur ist. Bei 50° ist die Flüssigkeit schon innerhalb einer Stunde lila gefärbt, entfärbt sich aber bald darauf.

Wie oben mitgeteilt, zeigt sich der blaue Farbstoff beim Sieden gar nicht, weil er sich zu schnell zersetzt. Dass diese Auffassung richtig ist, geht aus der Tatsache hervor, dass die blaue Farbe sich auch beim Sieden zeigt, wenn die Flüssigkeit zur rechten Zeit, d. h. wenn dieselbe noch rosa gefärbt ist, abgekühlt wird. Nach einiger Zeit färbt die Flüssigkeit sich dann blau.

Die Bildung des blauen Farbstoffes findet nur bei Anwesenheit von freiem Sauerstoff statt. Lässt man die noch ungefärbte oder rosa Flüssigkeit in einer vollkommen gefüllten geschlossenen Flasche bei Zimmertemperatur oder bei höheren Temperaturen stehen, so entsteht der blaue Farbstoff nicht und die schon vorhandene rosa Farbe

verschwindet sogar wieder. Bringt man nachher die Flüssigkeit an die Luft so tritt nach einiger Zeit die Blaufärbung wie gewöhnlich auf. Der ganze Vorgang der Färbung von der Rosafärbung ab bis zur Bildung des reinen Lasurblaus ist also ein Oxydationsprozess. Ich kann nicht entscheiden, ob die aus der Pflanze extrahierte Substanz unmittelbar durch Oxydation den Farbstoff liefert, oder ob zuerst eine Zersetzung stattfindet, bei welcher das oxydierbare Chromogen entsteht wie das bei vielen farbstoff-liefernden Pflanzen der Fall ist. Der Einfachheit wegen werde ich aber auch weiter die Substanz, welche aus der Pflanze extrahiert wird, als Chromogen bezeichnen, es dahingestellt lassend, ob es sich vielleicht künftig zeigen wird, dass sie wie z.B. bei den Indigo-pflanzen ein Prochromogen ist.

Über das Vorkommen eines Enzymes, welches vielleicht eine Rolle bei der Erzeugung des blauen Farbstoffes spielen könnte, habe ich keine Versuche angestellt. Miss Wheldale[1]) hat aber in den Blättern von *Galanthus nivalis* ein glycosid-spaltendes Enzym nachgewiesen. Ein dergleiches Enzym fand sie zwar auch bei vielen anderen Pflanzen, aber in Verbindung mit dem Vorkommen eines Chromogens bei *Galanthus nivalis* ist es dennoch von Bedeutung darauf die Aufmerksamkeit zu lenken.

Bei dem oben beschriebenen Verfahren zur Erhaltung des Chromogens kann dieses nur aus der Schnittfläche der Pflanze ins Wasser gelangen. Man könnte also meinen, dass es zweckmässiger wäre, die Pflanzen in kleine Stücke zu zerschneiden oder fein zu reiben und dann mit Wasser auszuziehen. Es hat sich aber gezeigt, dass ein solches Verfahren weniger gute Resultate gibt. Ein Extrakt aus feingeriebenen Teilen färbt sich beim Erwärmen gar nicht

---

[1]) M. Wheldale, On the formation of anthocyanin. Journ. of Genetics, Vol. I, 1911, p. 149.

blau sondern etwas gelblich und die durch Extrahieren sehr kleiner Stückchen erhaltene Flüssigkeit liefert beim Erwärmen nicht den schönen lasurblauen Farbstoff. Die Ursache ist wahrscheinlich, dass andere aus den geöffneten Zellen herrührende Substanzen zugleich mit dem Chromogen ins Wasser gelangen und das Chromogen zersetzen oder die Oxydation verhindern, jedenfalls die Blaufärbung zürückhalten.

Die Hinzufügung verdünnter oder konzentrierter Säuren und Alkalien verhindert das Entstehen des blauen Farbstoffes, sowohl bei Zimmertemperatur als bei Erwärmung.

Bei den *Dipsaceae* war es mir möglich den blauen Farbstoff sich in der Pflanze selbst bilden zu lassen. Bei *Galanthus* aber gelang mir das nicht, obgleich ich hinzufügen will, dass ich nur wenige Versuche in dieser Richtung angestellt habe. Auch durch die Einwirkung von Chloroform entsteht der Farbstoff in der Pflanze nicht, während dem Chloroformdampf ausgesetzte Indigopflanzen sich durch die Bildung des Indigos blau färben.

Die Eigenschaften des blauen Farbstoffes.

Die lasurblaue Flüssigkeit bleibt bei genügendem Luftzutritt wochenlang vollkommen klar und bildet keinen Niederschlag. In vollkommen gefüllter, geschlossener Flasche aufbewahrt verschwindet aber die Farbe wieder.

Das diffuse Tageslicht entfärbt die Flüssigkeit auch bei Sauerstoffzutritt innerhalb weniger Tage; ins Dunkle gebracht wird der Farbstoff nicht zurückgebildet. Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure und auch Ammoniak entfärben die Flüssigkeit; mit Essigsäure versetzt bleibt sie blau, während die blaue Farbe durch Kalilauge grün wird.

Beim Ausschütteln der blauen Flüssigkeit mit Chloroform oder Äther geht der Farbstoff nicht in diese über.

Wie schon mitgeteilt, zersetzt sich der Farbstoff durch Erwärmen unter Bildung eines graublauen Niederschlages.

Das Vorkommen des Chromogens in der Pflanze.

Die bisher beschriebenen Versuche wurden alle während der Blütezeit angestellt und es wurden dazu entweder nur die abgeschnittenen Blüten oder diese samt den Laubblättern benutzt. Aber auch wenn die Blütezeit vorüber ist, sogar Ende Mai kommt das Chromogen noch in den Blättern vor.

Bei noch nicht blühenden Pflanzen erhielt ich nicht das klare Lasurblau, sondern die Flüssigkeit färbte sich graublau und bildete nach einiger Zeit einen Niederschlag. Mit Pflanzen in diesem Stadium der Entwicklung habe ich aber nur wenige Versuche angestellt.

Wie oben schon mitgeteilt, fehlt das Chromogen in der Zwiebel und in den Wurzeln, kommt aber sonst in allen Teilen der Pflanze, auch in den Blütenblättern vor. Die Untersuchung der Zwiebel ergab in allen Jahreszeiten nur negative Resultate, die Wurzeln wurden nur während der Blütezeit untersucht. Die Zwiebel unterscheidet sich noch in anderer Hinsicht von den oberirdischen Teilen, nämlich durch das Vorkommen von Stärke, welche in den letzteren ausgenommen in den Schliesszellen der Spaltöffnungen fehlt. Ob zwischen diesen beiden Tatsachen ein Zusammenhang besteht, lasse ich dahingestellt, nur möchte ich vollständigkeitshalber hinzufügen, dass sich in den Wurzeln wenigstens während der Blütezeit keine Stärke vorfindet.

In den grünen Teilen der Laubblätter befindet sich neben dem Chromogen noch eine andere Substanz, bei deren Anwesenheit die blaue Farbe der Flüssigkeit nach einiger Zeit verschwindet, während sich ein schwarzer,

flockiger Niederschlag bildet. Wenn man einer das Chromogen enthaltenden, aus dem farblosen Teilen bereiteten Flüssigkeit ein wenig Extrakt aus den grünen Teilen der Blätter hinzufügt, und diese erwärmt, so bildet sich ein schwarzer Niederschlag.

Es fragt sich in welchen Gewebselementen der Pflanze das Chromogen enthalten ist. Meiner Ansicht nach ist es höchstwahrscheinlich, dass es sich in den langen Schleimröhren befindet, welche in so grosser Anzahl in Blättern und Blütenstielen vorkommen. Verschiedene Tatsachen deuten darauf hin. Die Menge des austretenden Chromogens ist so gross, dass dasselbe unmöglich aus den verletzten, relativ kleinen Parenchymzellen der Wundfläche herrühren kann, während eine Wanderung durch das lebende Parenchymgewebe nicht wahrscheinlich ist. Auch habe ich durch Versuche feststellen können, dass das Chromogen nicht durch die unverletzte Epidermis ins Wasser diffundiert. Wenn man Blätter und Blütenstiele umbiegt und so in Wasser stellt, dass die Schnittflächen über die Oberfläche der Flüssigkeit hervorragen, so geht in diese kein Chromogen über. Ebensowenig findet dies statt, wenn man die Schnittflächen mit Paraffin oder Kollodium verschliesst. Auch färbt sich, wie oben mitgeteilt, bei zerriebenen Teilen die Flüssigkeit, welche den Inhalt vieler Parenchymzellen enthält, nicht blau. Die Wahrscheinlichkeit, dass das Chromogen aus den Gefässbündeln austritt, scheint mir nicht sehr gross, während hingegen in Schleimröhren oft die Anwesenheit verschiedener besonderen Substanzen festgestellt ist.

Das Chromogen kann nur aus lebenden Pflanzen erhalten werden; Pflanzen, welche durch Eintauchen in kochendes Wasser oder in Alkohol, oder durch Chloroform- oder Formalindampf getötet sind, liefern kein Chromogen.

Lebende Pflanzen enthalten noch Chromogen nachdem sie mehrere, sogar bis 20 Tage im Dunkeln verweilt haben.

Ob das Chromogen ein Atmungschromogen im Sinne Palladin's ist, lasse ich ganz dahingestellt.

Ich will hier aber hinzufügen, dass das Chromogen von *Galanthus nivalis* sich jedenfalls nicht aus der Pflanze in der von Palladin [1]) angegeben Weise, d. h. durch Kochen der fein zerschnittenen Pflanzenteile mit Wasser gewinnen lässt. Denn wie oben mitgeteilt wurde, zersetzt sich dieses Chromogen beim Kochen.

Das Vorkommen des Chromogens bei anderen Arten.

Die im Vorhergehenden beschriebenen Beobachtungen beziehen sich alle auf *Galanthus nivalis*, aber ich habe auch einige anderen *Galanthus*-Arten darauf untersucht. Es hat sich dabei gezeigt, dass auch *G. Imperati* Bertol., *G. cilicicus* Baker, *G. latifolius* Salisb. en *G. Scharlokii* *) das Chromogen enthalten. Es fehlt hingegen bei *G. Elwesii* Hook. f. und *G. graecus* Orph. Keines der Mittel, welche bei den anderen Arten zu positiven Resultaten geführt hatten, vermochten bei diesen letzteren Arten einen blauen Farbstoff hervorzurufen.

---

[1]) W. Palladin, Die Verbreitung der Atmungschromogene bei den Pflanzen. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 26a, 1908, p. 379.

*) Der Index Kewensis gibt *G. Scharlokii*, „Casp." ex Baker, Handb. Amaryll. 1888, 17 als synonym von *G. nivalis* Linn. Sp. Pl. 288. *G. Scharlokii* unterscheidet sich aber in mehreren Merkmalen bedeutend von *G. nivalis*. Die Spatha besteht aus zwei langen laubartigen Spreiten mehr oder weniger hoch durch ein schmales Häutchen zusammenhängend und die äusseren Perigonblätter zeigen aussen unter der Spitze eine Grünfärbung, die bei *G. nivalis* fehlt. Von Gottlieb—Tannenhain [2]), der das eingehendste Studium über das Genus *Galanthus* gemacht hat, betrachtet diese Pflanze denn auch als eine besondere Spezies.

---

[2]) Paul von Gottlieb—Tannenhain, Studien über die Formen der Gattung *Galanthus*. Abhand. d. K. K. Zool.-Botan. Ges. in Wien, Bd. II, H. 4, 1904.

Die beiden genannten Arten unterscheiden sich äusserlich dadurch von den anderen Arten, dass die inneren Perigonblätter ausser dem bekannten V-förmigen grünen Makel um die Einkerbung des oberen Randes auch noch einen grünen Makel an der Basis zeigen.

Von Gottlieb—Tannenhain hat als Archi-*Galanthus*-Formen die Arten mit einem einzigen grünen Makel auf den inneren Perigonblättern von den Neo-*Galanthus*-Formen unterschieden, bei welchen die inneren Perigonblätter ausser um die Einkerbung auch in der unteren Hälfte grün sind. Er selbst betrachtet diese Einteilung aber nur als eine willkürliche und er meint, dass man mit gleichem Rechte auf die Knospenlage der Laubblätter eine Einteilung gründen könne. „Mit den Worten „Archi" und „Neo" soll nur angedeutet werden, dass der Grundmakel offenbar eine neuere Erwerbung der *Galanthus*-Blüte ist [1])". Zwar beschreibt Stenzel [2]) Übergangsformen zwischen *G. nivalis* und *Elwesii*, aber dem steht gegenüber dass Stenzel in Übereinstimmung mit Baker [3]) diese zwei Formen als gesonderte Spezies betrachtet. Wie dem auch sei, jedenfalls zeigt sich ein Unterschied in der chemischen Zusammensetzung zwischen der Gruppe der Archi- und der der Neo-*Galanthus*-Formen.

Ich habe ausser den *Galanthus*-Arten noch einige andere Pflanzen auf das Vorkommen des Chromogens untersucht. Wie oben schon mitgeteilt wurde, erhielt ich bei einigen Pflanzen, welche von Molisch als luteofilin-haltend angegeben werden keinen blauen Farbstoff nämlich bei: *Narcissus Pseudodarcissus* L., *N. poëticus* L., *Leucojum vernum* L., *L. aestivum* L., *Convallaria majalis* L. und

[1]) l.c. p. 28.

[2]) G. Stenzel, Blütenbildungen beim Schneeglöckchen *(Galanthus nivalis)* Bibl. Bot. H. 21, 1890.

[3]) J. G. Baker, Handbook of the *Amaryllideae*, 1888.

Clivia nobilis Hort. Dasselbe negative Resultat erhielt ich bei: *Muscari botryoides* Mill., *Corydalis tuberosa* D. C., *Eranthis hyemalis* Salisb., *Arabis albida* Stev., *Cheiranthus cheiri* L., *Crocus vernus* All., *Primula vulgaris* Huds., *Viola odorata* L., *Helleboris guttatis* A. Br., *Erythronium dens-canis* L., *Scilla amoena* L., *Chionodoxa sardensis* Barr. und *Chionodoxa Luciliae* Boiss. In den meisten Fällen war die erhaltene Flüssigkeit nach Erwärmung gelb, gelbbraun oder braun.

Zum Schlusse will ich noch hinzufügen, dass das aus zerschnittenen Blättern von *Berberis aquifolium* Pursh. erhaltene Extrakt sich schon bei Zimmertemperatur prachtvoll grün färbte, während auch die durch Ausziehen zerkleinerter junger Pflänzchen von *Dolichos Lablab* L. erhaltene Flüssigkeit, sowohl bei Zimmertemperatur als nach Erwärmung eine grüne Farbe zeigte. Und weiter beobachtete ich, dass verschiedene Spezies des Genus *Campanula* z.B. *C. latifolia* L., *C. Trachelium* L. und *C. rapunculoides* L., bei Zimmertemperatur in Wasser gestellt, demselben eine schöne blaue Fluoreszenz gaben. Ohne Zweifel liesse sich die Zahl solcher Fälle bei weiteren Versuchen sehr vermehren.

Zusammenfassung.

In *Galanthus nivalis* kommt ein Chromogen vor, das bei Temperaturen zwischen 20° und 100° C an der Luft durch Oxydation einen lasurblauen Farbstoff liefert.

Je höher die Temperatur, desto schneller bildet sich der Farbstoff, welcher sich aber bei zu lange fortgesetzter Erwärmung unter Entfärbung wieder zersetzt.

Das Chromogen kommt in allen Teilen der Pflanze vor, ausser in der Zwiebel und den Wurzeln.

Das Chromogen kommt nicht nur bei *G. nivalis* vor,

sondern auch bei *G. Imperati*, *G. cilicicus*, *G. latifolius* und *G. Scharlokii*. Alle diese gehören zu der Gruppe der Archi-*Galanthus*-Formen. Es fehlt bei *G. Elwesii* und *G. graecus*, welche beide zu den Neo-*Galanthus*-Formen gehören.

Bei einigen darauf hin untersuchten Pflanzen aus der Familie der Amaryllidaceae und aus anderen Familien gelang es nicht dieses Chromogen nachzuweisen.

Groningen, 21. März, 1918.
